Montage nur durch Holzschrauben mit den Leisten verbunden. Die zwei Holzwinkel (Maße s. Abb. 8) werden zunächst von unten mit der Zwischenplatte und dann das Ganze auf die Leisten geschraubt. Je drei Schrauben rechts und links, für welche die Bohrlöcher in Abb. 6 mit eingezeichnet sind, halten schließlich die Frontplatte an dem Zwischenpaneel fest.

Die Frontplatte besitzt, wie Abb. 5 zeigt, denkbar einfachstes Aussehen. Der Knopf links unten ist der Wellenschalter, darüber liegt der Bedienungsknopf der Feinstellskala für C_1, die sich hinter der Frontplatte befindet. Von der Gradeinteilung der Zelluloidskala ist lediglich ein Stück

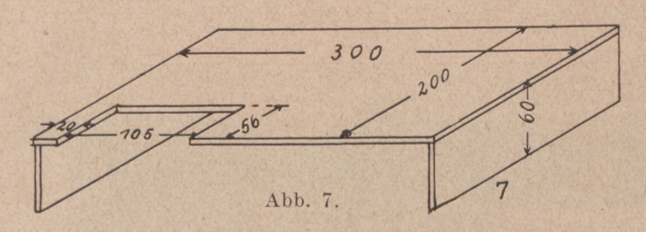


Abb. 7.

durch ein kleines Fenster, das eine metallene Einfassung erhält, zu sehen. Darüber ist der Rückkopplungshebel in einem Schlitz beweglich angeordnet. Rechts oben ist schließlich noch der Ein- und Ausschalter des Apparats sichtbar, ein kleiner Kipphebel-Starkstromschalter, der eine Belastung bis zu 2 Amp aushält. Die Anschlüsse für Antenne und Erde befinden sich in der linken Seitenleiste.

(Abb. 8: Winkel, Maße 100 und 80)

Abb. 8.

Die Einzelteile sind in den einzelnen Abbildungen — soweit es zum besseren Verständnis erforderlich ist — mit den gleichen Symbolen wie in Abb. 1 bezeichnet. Sämtliche Drehkondensatoren (C_1, C_2, C_9) besitzen ein festes Dielektrikum und Platten mit Frequenzschnitt. Abb. 9 zeigt die Oberansicht des Empfängers ohne Röhren. Der Rückkopplungskondensator C_2 wird an einem kurzen 20 mm breiten und 70 mm langen Messingband von etwa 1,5 mm Stärke an der Feinstellskala montiert. Den 95 mm langen Rückkopplungshebel zur Bedienung von C_2

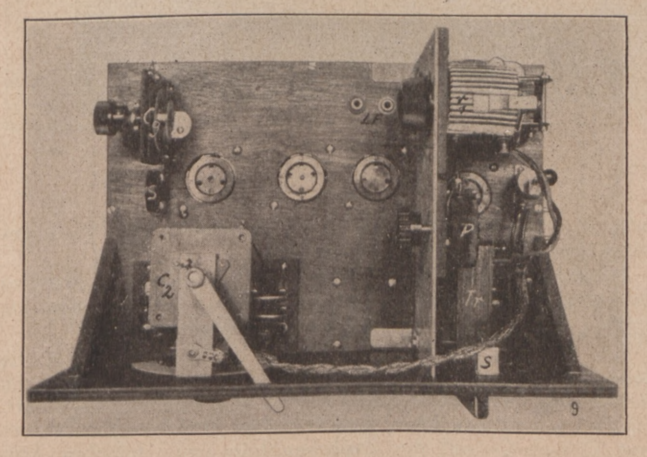


Abb. 9.

läßt man sich am besten für weniges Geld von einem Mechaniker anfertigen. Auch C_1 muß zunächst auf ein Stück Messingband montiert werden und wird dann durch zwei Schrauben nebst Muttern mit der Feinstellskala verbunden. Die Montage ist jedoch sehr einfach und ohne weiteres ersichtlich, wenn man die Skala vor sich hat.

Die Fassung für das Beleuchtungslämpchen ist mit dem Metallrahmen der Feinstellskala verbunden. Da der Rahmen an Erde liegt, also mit der Mittelanzapfung der Heizwicklung für die Empfängerröhren in Verbindung steht, muß die Fassung vollständig von dem Rahmen der Skala isoliert werden, denn das Beleuchtungslämpchen wird aus der Heizwicklung für die Empfängerröhren gespeist. Die Isolation

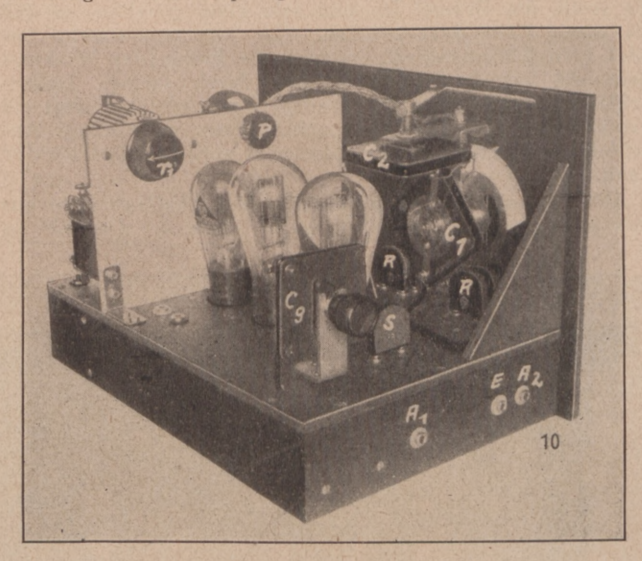


Abb. 10.

erfolgt in einfachster Weise durch Zwischenlegen einer kleinen aus Preßspan passend geschnittenen Scheibe und einem Stückchen Isolierschlauch, das wir über eine entsprechende Schraube ziehen.

Abb. 9 zeigt den Sperrkreis, der aus C_9 und S gebildet wird. C_9 wird senkrecht an einem Metallwinkel befestigt. Hierzu eignet sich gut ein geschlitzter Montagewinkel für Drehkondensatoren von Hara, der oben abgesägt wird. S ist eine Liliputspule von 35 Windungen und sitzt auswechselbar in zwei Isolierbuchsen. Die beiden Buchsen Lf wurden absichtlich auf die Zwischenplatte, also in den Apparat, gesetzt, damit nach Einbau des Empfängers in einen Kasten keine spannungführenden Teile außen liegen. Durch zwei verschiedenfarbige Isolierbuchsen kennzeichnet man von vornherein den richtigen Anschluß des Lautsprechers (die nach der Spannung führende Buche rot!).

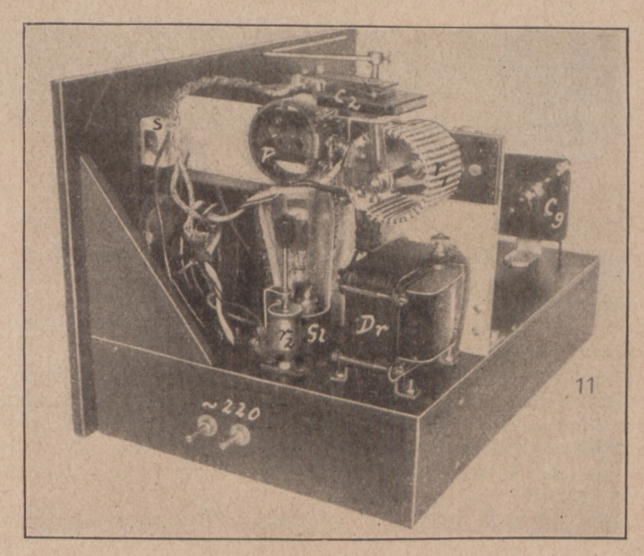


Abb. 11.

Eine etwa 1,5 bis 2 mm starke Aluminiumplatte (200 × 140 mm) schirmt den Netzteil vom Empfänger ab und dient gleichzeitig zur Befestigung des Heizwiderstandes r_1 und des Potentiometers P. Sie wird durch zwei Messingwinkel mit der Zwischenplatte verbunden. r_1 und P werden durch zwei passende Trolitstücke isoliert auf der Aluminiumplatte mon-

tiert. r_1 besitzt 2,5 Ohm Widerstand und verträgt eine Belastung bis zu 5 Amp. Da die Röhren samt der Beleuchtungslampe noch nicht 3 Amp verbrauchen, wird der Heizwiderstand im Betrieb kaum warm. Der Netztransformator Tr sowie die Drossel Dr sind sehr klein gehalten, so daß sie wenig Platz beanspruchen. Der Netztransformator besitzt kein Klemmenbrett, sondern die Enden der Wicklungen sind frei herausgeführt und durch farbige Isolierschläuche gekennzeichnet. Jedem Transformator liegt ein ausführliches Schaltbild bei, nach welchem der richtige Anschluß der Wicklungen ohne weiteres vorgenommen werden kann.

Abb. 10 zeigt den Apparat von der Empfängerseite aus mit eingesetzten Röhren. Hier ist auch C_1 deutlich zu sehen. Der Netzteil ist in Abb. 11 zu sehen. r_2 ist ein gewöhnlicher Heizwiderstand von 20 Ohm, der sehr wenig Platz beansprucht. Die Zuführung der Netzspannung erfolgt über zwei Stecker, die in Isolierbuchsen in der rechten Seitenleiste Platz finden.

Die Unterseite des Empfängers ist in Abb. 12 wiedergegeben. Hier drängen sich die hauptsächlichsten Leitungen zusammen. D ist eine Duolit genannte Gitterblock-Widerstandskombination von sehr kleiner Abmessung für das Audion, die beide Teile in einem Glasröhrchen fertig montiert enthält[1]).

Abb. 12 zeigt auch die federnden Röhrenfassungen und ihre Befestigung mit je zwei Schrauben und Muttern sowie die Becherkondensatoren C_5 bis C_8. Hierzu wurde ein ganz neuer Typ von kleinster Abmessung benutzt, der trotzdem eine Prüfspannung von 1500 Volt aushält.

[1]) Es wäre vorteilhaft, wenn die Herstellerfirma den Duolit mit 5 cm langen Drahtenden lieferte, da man sich dann das Anlöten besonderer Drähte ersparen kann, das schnell vor sich gehen muß, um den Glaskörper nicht zu sehr zu erwärmen.

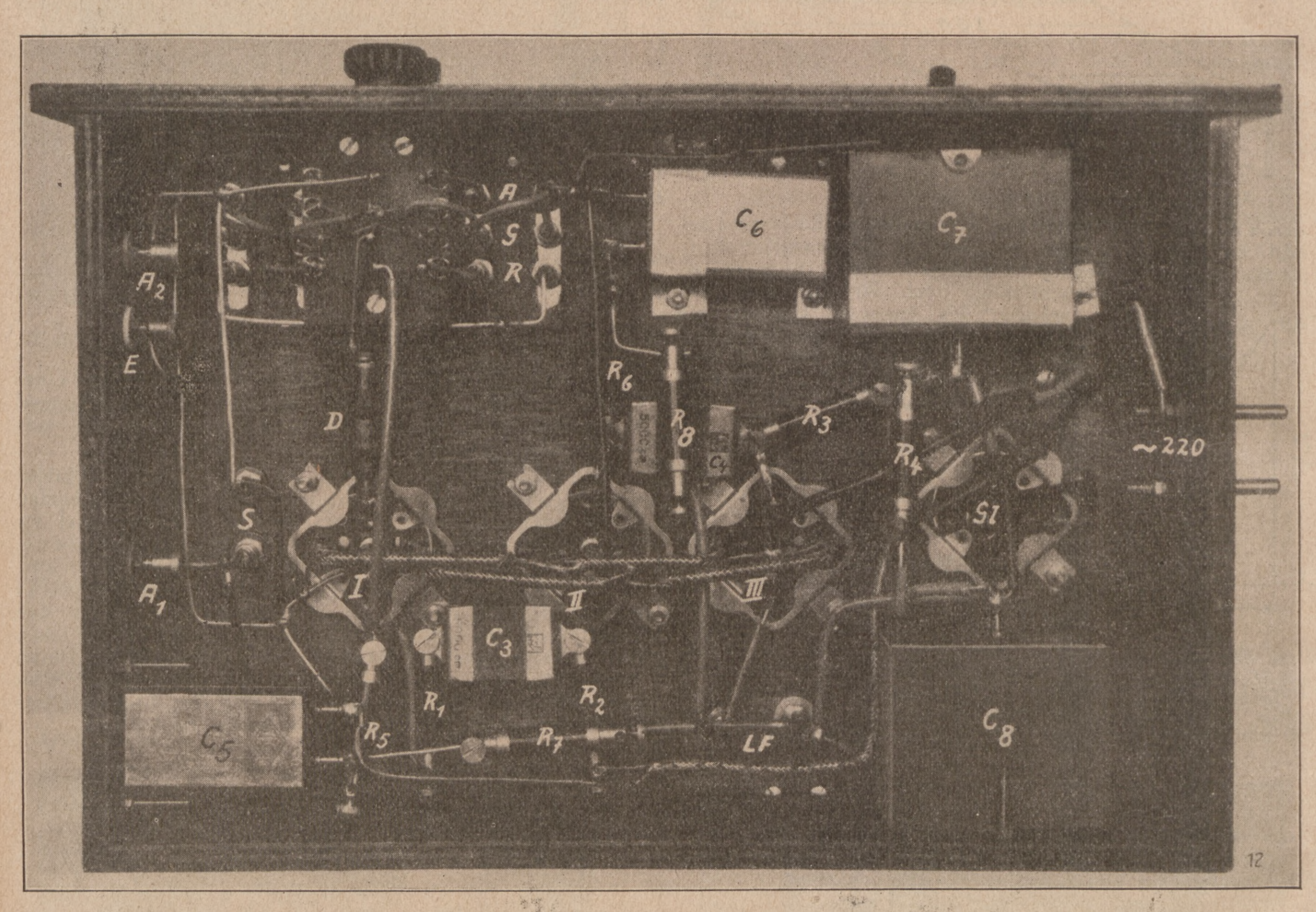


Abb. 12.

Der Aufbau.

Frontplatte, Zwischenpaneel und Leisten werden zusammengeschraubt, etwaige Ungenauigkeiten ausgeglichen und alsdann wieder auseinandergenommen. Die Frontplatte wird nach Abb. 6 mit den erforderlichen Bohrungen und Ausschnitten versehen, die linke Seitenleiste erhält die drei (bei Grammophonanschluß vier) Löcher für die Isolierbuchsen, die rechte Seitenleiste zwei für die Netzstecker und das Zwischenpaneel die Aussparungen für die Röhrenfassungen sowie die Löcher für S und Lf.

Um ein Ausbrechen des Holzes beim Bohren zu vermeiden, empfiehlt es sich, alle größeren Löcher mit einem feinen Bohrer vorzubohren und das Holz dann von beiden Seiten aus zu durchbohren. Mit einem Versenker für Holzschrauben können die Löcher völlig sauber und glatt gemacht werden.

Danach werden die Holzteile mit Salmiak-Wachsbeize schwarz oder braun gebeizt und nach dem Trocknen am besten mit Roßhaaren mattglänzend gerieben.

Als nächstes werden zweckmäßig die Einzelteile auf die lose Zwischenplatte montiert und die Verbindungen nach Anweisung der Abb. 9 bis 15 soweit wie möglich ausgeführt. Hierbei ist zu beachten, daß von den Becherkondensatoren nur C_6 und C_7 auf die Zwischenplatte mit leichten Aluminiumschellen befestigt werden, während man C_5 und C_8 erst später an den Seitenleisten befestigt. Vorher müssen aber auf jeden Fall die darunterliegenden Verbindungen gezogen sein.

Die Bohrungen in der Zwischenplatte für die Leitungen, die von der Ober- nach der Unterseite führen, sind auf den Abb. 14 und 15 mit gleichen Ziffern bezeichnet, um die Montage zu erleichtern. Aus den beiden Abbildungen geht auch hervor, welche Verbindungen mit blankem, isoliertem oder gepanzertem Draht auszuführen sind. Der Panzerdraht ist sogenannter abgeschirmter Soludradraht. Er wurde nur

Abb. 13.

blanker Draht isolierter Draht gepanzerter Draht

Abb. 14.

zu wenigen Leitungen benutzt, um eine Störung durch Netzgeräusche auszuschließen. Die geflochtenen Drahtumhüllungen sind sorgfältig untereinander bzw. mit der Erde zu verlöten, wie dies auf den Abbildungen angedeutet ist. Daneben liegende Blankverdrahtung ist mit Isolierband zu umwickeln, um Kurzschlüsse zu vermeiden.

Die Abschirmplatte liegt ebenfalls an Erde und dient als Leiter für die Verbindung von P und die mit Ziffer 6 bezeichnete Schraube (s. Abb. 15), die unter der Zwischenplatte mit der von 7 kommenden Leitung verbunden wird (s. Abb. 14).

Abb. 15.

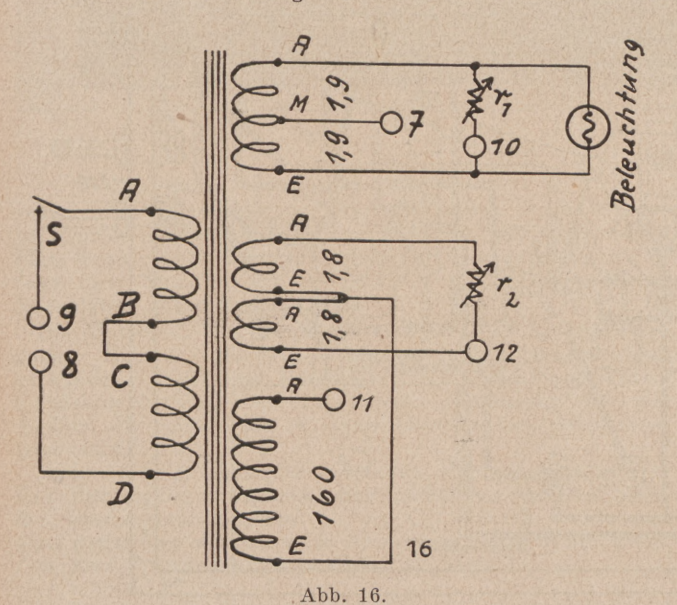


Abb. 16.

Da der Netztransformator keine Klemmenleiste besitzt, sind die Anschlüsse der Wicklungen in Abb. 16 nochmals schematisch gezeichnet worden. Die Nummern geben die Durchbohrungslöcher der Zwischenplatte nach Abb. 14 und 15 an. Die Enden der Transformatorwicklungen müssen teilweise durch Anlöten eines Drahtes verlängert werden. Die Lötstellen werden zur Vermeidung von Kurzschlüssen mit Isolierband sauber umwickelt.

Sind die auf der Zwischenplatte möglichen Verbindungen ausgeführt, dann werden die Seitenleisten mit Buchsen und Becherkondensatoren versehen und an der Zwischenplatte festgeschraubt. Schließlich erfolgt noch die Befestigung der montierten Frontplatte und die Ausführung der restlichen Verbindungen.

Da die Drehkondensatoren eine stromlose Achse besitzen, müssen sie mit dem Metallkörper der Feinstellskala, die als Leitung benutzt wird, verbunden werden. C_1 ist so zu montieren (s. Abb. 10), daß die eine Anschlußschraube unten und die andere oben liegt. Der von der unteren Anschlußschraube von C_1 kommende Verbindungsdraht führt nach 2 (s. Abb. 15). Die oben sitzende Anschlußschraube von C_1 ist mit C_2 und von dort weiter mit dem Metallrahmen der Feinstellskala verbunden. Von einer am unteren Teil des Metallrahmens befindlichen zweiten Schraube führt dann die Verbindung weiter nach 1 (s. Abb. 15).

Die Inbetriebnahme.

Nach Ausführung aller Verbindungen wird zunächst nur das Beleuchtungslämpchen eingesetzt und das Netz angeschaltet. Ist die Skalenbeleuchtung in Ordnung, dann wird r_1 halb angedreht, und nacheinander steckt man die drei Empfängerröhren ein. An den Heizfäden kann man deutlich sehen, ob die Röhren Heizstrom erhalten. Hierauf entfernt man die Empfängerröhren wieder und steckt den Gleichrichter in die zugehörige Fassung. Glüht der Heizfaden dieser Röhre und auch das Beleuchtungslämpchen ordnungsmäßig, so ist anzunehmen, daß Heiz- und Anodenkreise in Ordnung sind. Das Beleuchtungslämpchen hat bei

diesen Prüfungen die Rolle des Prüflämpchens übernommen. Ein Durchbrennen des Lämpchens bedeutet unweigerlich einen Kurzschluß, der unbedingt gefunden und beseitigt werden muß. Wer noch eine alte, taube Röhre im Besitz hat, deren Heizfaden noch sichtbar brennt, kann auch diese zu den Prüfungen mit Vorteil benutzen.

Ist alles in Ordnung, dann können nach Anschaltung von Lautsprecher, Antenne und Erde nacheinander noch die Empfängerröhren eingesetzt werden, und die Suche nach dem Ortssender beginnt. Der Schleifer des Potentiometers P steht zunächst ganz nach der Seite, die mit der Aluminiumplatte verbunden ist. r_1 und r_2 werden nahezu voll aufgedreht. Erhält man den Ortssender gut und sauber, dann dreht man beide Heizwiderstände wieder so weit zurück, bis die Lautstärke und Klangfülle gerade anfängt nachzulassen. Dies ist bekanntlich der günstigste Heizungspunkt, bei welchem die Heizfäden der Röhren auch am meisten geschont werden.

P kann nach Gehör auch etwas verstellt werden. Ist der Ortsempfang einwandfrei, dann wird der Empfänger auf Königswusterhausen eingestellt. Also Umschalten auf hohe Welle, Abstimmung auf etwa 70 bis 80 Grad einstellen und C_2 so weit eindrehen, bis der Empfänger pfeift. Dies wird zunächst ohne Rückkopplungshebel mit der Hand vorgenommen. Sind die Verbindungen nach den Abbildungen richtig ausgeführt, so muß die Rückkopplung einsetzen, unter Umständen ist die Spule R noch näher an G heranzuschieben. Hierzu kann mit Vorteil ein flaches Holzstäbchen benutzt werden. Alsdann wird A noch so lange verschoben (Abstellung immer nachstellen), bis die größte Lautstärke und ein weiches Einsetzen der Rückkopplung erreicht ist.

Stück	Einzelteile	Symbol	Größe	Fabrikat	Preis (ohne Gewähr) Einzelpreis M.	zusammen M.
2	Frequenz-Drehkondens.	C_1 C_2,	500 cm	Lüdke-Atom	3,60	7,20
1	Kreispl.-Drehkondens. .	C_9	500 cm	Lüdke-Miniatur	2,40	2,40
1	Feineinstellskala m. Beleuchtung	—	—	Hara Typ LS	3,60	3,60
1	Vierfach-Umschalter .	—	—	Rolandwerk Typ 693	4,50	4,50
1	Duolit	D	250 cm 2 MΩ	Bauradio	1,80	1,80
2	Röhrensockel für Wechselstromröhren	—	—	—	1,00	2,00
2	Röhrensockel für gewöhnliche Röhren . .	—	—	—	0,85	1,70
2	Blockkondensatoren . .	C_3, C_4	5000 cm	—	0,90	1,80
2	Becherkondensatoren .	C_5, C_6	1 μF	Wego Typ HV 1504	2,20	4,40
2	Becherkondensatoren .	C_7, C_8	4 μF	Wego Typ HV 1508	5,60	11,20
1	Hochohmwiderstand . .	R_1	1 MΩ	—	1,40	1,40
2	Hochohmwiderstände .	R_2, R_3	3 MΩ	—	1,40	2,80
2	Hochohmwiderstände .	R_4, R_5	0,5 MΩ	Dralowid-Polywatt-Univ.	1,50	3,00
1	Hochohmwiderstand . .	R_6	1 MΩ		1,50	1,50
2	Hochohmwiderstände .	R_7, R_8	0,1 MΩ		1,50	3,00
7	Spulen	(s. Text)		Espe-Liliput	1,00	7,00
1	Potentiometer	P	400 Ω	—	1,60	1,60
1	Netztransformator . . .	—	—	Görler Typ N 12	13,00	13,00
1	Netzdrossel	Dr	—	—	10,00	10,00
1	Heizwiderstand Belastung 4—5 Amp . . .	r_2	2,5 Ω	—	3,50	3,50
1	Heizwiderstand	r_1	20 Ω	—	1,50	1,50
1	Wechselstromröhre, indirekt geheizt	I	—	Tekade 4 A 120	14,00	14,00
1	Wechselstromröhre, indirekt geheizt . , . .	II	—	Tekade 4 W 120	14,00	14,00
1	Lautsprecherröhre . . .	III	—	Tekade 4 L 14	10,50	10,50
1	Einweggleichrichterröhre	Gl	—	Tekade 4 G 15	6,50	6,50
	Sperrholz, Buchsen, Isolierringe, Trolit, Knöpfe, Schrauben. Schaltdraht, 1 Aluminiumplatte 200 × 120 × 2 mm, 2 Messingwinkel, 1 Trolitplatte					
					Summe . . .	135,00

In gleicher Weise wird der Empfänger auch für den Fernempfang auf kurzen Wellen, unter Umständen unter Zuhilfenahme des Sperrkreises, einreguliert. Der Rückkopplungshebel ist dann so festzulegen, daß man damit über den Bereich der ganzen Skala den Empfänger zum Schwingen bringt. Obgleich durch die besondere Befestigung des Rückkopplungskondensators nur 90 Grad der Drehung anstatt wie üblich 180 Grad ausgenutzt werden können, gelingt die richtige Einstellung durch entsprechende Verschiebung der Spulen R, A und G sehr bald. Die Rückkopplung setzt über den ganzen Abstimmungsbereich weich ein und läßt sich durch den Hebel sehr leicht bedienen.

Mit dem Empfänger konnten an einem sogar verhältnismäßig warmen Juniabend 18 Sender im Lautsprecher an guter Hochantenne in etwa 1,5 km Entfernung vom Leipziger Sender während der Ortssendung aufgenommen werden. Die größeren Sender sind regelmäßig zu erhalten. Dabei ist der Empfänger auch durchaus eichfähig, sobald die Spulen festgelegt sind. Auf dem Lande werden die Empfangsverhältnisse noch günstiger sein. Bei sehr kurzen Antennen empfiehlt es sich wahrscheinlich, als Antennenkopplung A eine Spule von 50 bzw. 150 Windungen zu verwenden.

Abstimmprüfungen der Hauptfunkstelle Königswusterhausen.

Bei der ständig zunehmenden Verdichtung des Funkverkehrs und der demzufolge engen Wellenverteilung ist die Abstimmung aller Sende- und Empfangsstellen nach Normalwellenmessern erforderlich geworden. Die Hauptfunkstelle Königswusterhausen verbreitet daher schon seit längerer Zeit am 14. und 15. jedes Monats Normalwellen. Nachdem das Programm für die Abstimmungsprüfungen kürzlich geändert worden ist, bringen wir nachstehend den jetzt gültigen Plan für die Aussendung der Normalwellen, deren Einstellung die Hauptfunkstelle Königswusterhausen nach Präzisionswellenmessern vornimmt. Es wird gesandt:

um	auf Welle kHz	m	der Buchstabe
	Am 14. jedes Monats		
06.00—06.05	345	870	a (·—)
06.15—06.20	333	900	c (—·—·)
06.30—06.35	323	930	g (——·)
06.45—06.50	257,5	1164	j (·———)
07.00—07.05	256	1170	k (—·—)
07.15—07.20	250	1200	o (———)
07.30—07.35	248	1210	p (·——·)
07.45—07.50	243	1235	x (—··—)
08.00—08.05	238	1260	y (—·——)
08.15—08.20	207,5	1444	z (——··)
	Am 15. jedes Monats		
06.00—06.05	538	557	a (·—)
06.15—06 20	429	700	c (—·—·)
06.30—06.35	353	849	g (——·)
06.45—06 50	284	1055	j (·———)
07.00—07.05	276,5	1084	k (—·—)
07.15—07.20	273,5	1097	o (———)
07.30—07.35	267	1124	p (·——·)
07 45—07.50	260,5	1152	x (—··—)
08.00—08.05	233	1288	y (—·——)
08.15—08.20	217,5	1380	z (——··)
08.30—08.45	224	1340	q (——·—)

Zu den angegebenen Zeiten sendet die Hauptfunkstelle Königswusterhausen zunächst Zeichen zur Einstellung des Senders und dann den in Frage kommenden Kennbuchstaben. Tritt während des Aussendens der einzelnen Frequenzen eine Störung ein, welche an sich eine Verschiebung des Programms nötig machen würde, so wird grundsätzlich von einer solchen Verschiebung abgesehen, vielmehr wird das Programm innegehalten unter Fortfall des Aussendens derjenigen Frequenzen, welche während der Dauer der Störung programmäßig auszusenden wären. Die ausgefallenen Frequenzen werden dann zum Schluß gesandt. Das Programm hierfür gibt die Hauptfunkstelle Königswusterhausen beim Senden der letzten Frequenz bekannt.

Fällt einer der Tage auf einen Sonntag oder auf einen allgemeinen Feiertag, so wird die Abstimmungsprüfung dieses Tages und damit u. a. das ganze Programm des betreffenden Monats entsprechend um einen Tag verschoben.

Das Ergebnis des Bastel-Preisausschreibens

Von
Dr. P. Gehne.

Als vor drei Jahren zum ersten Male der Aufruf der Reichs-Rundfunk-Gesellschaft an die deutschen Bastler erging, sich an einem mit hohen Geldpreisen ausgestatteten Preisausschreiben zu beteiligen, konnten die für die Vorsichtung der eingegangenen Geräte bestimmten Stellen sich kaum der Fülle der Einsendungen erwehren, die Tische des Reichspost-Zentralamts bogen sich fast noch unter der Last der Geräte, die diese „Zensur" schon passiert hatten. Die Arbeit der Preisrichter hat sich im Laufe der Jahre stark vermindert und ist in diesem Jahre, was die Zahl der eingegangenen Geräte betrifft, verhältnismäßig einfach geworden.

Man könnte versucht sein, diese Erscheinung auf eine gewisse Bastelmüdigkeit zurückzuführen, die ja auch in anderem Zusammenhange neuerdings häufiger erwähnt wird. Es wäre aber grundfalsch, aus der zahlenmäßig geringeren Beteiligung an dem Wettbewerb solche Schlüsse zu ziehen. Zunächst muß einmal betont werden, daß für die zurückliegende Zeit die Arbeit der deutschen Funkbastler von allergrößtem Wert gewesen ist. Wenn man auch ganz von dem wohl nie bezweifelten Wert der Basteltätigkeit für die Erziehung zum technischen Denken und technischen Schaffen absieht, so bleibt als mindestens ebenso wertvoll die Tatsache bestehen, daß die kommerzielle Funktechnik aus der Bastelarbeit der Funkfreunde Vorteile und Anregungen gezogen hat. Es läßt sich an einigen Beispielen mit überzeugender Deutlichkeit nachweisen, wie Gedanken, die zunächst in den Spalten der Bastlerzeitschriften auftauchten, direkt ihren Eingang in die Entwicklungslaboratorien der Funkindustrie gefunden haben. Der Gedanke z. B., Superheterodyne-Empfänger mit nur einer einzigen Zwischenfrequenzstufe zu bauen, ist, soviel wir wissen, zum erstenmal von Funkliebhabern aufgegriffen worden. Diesen Gedanken, der anfangs von manchen Seiten belächelt wurde, finden wir neuerdings in Funkgeräten industriellen Ursprungs mehrfach verwirklicht. Ähnlich verhält es sich mit der Neutralisation der Überlagerungsempfänger, den Kurzwellenvorsatzgeräten und vielen anderen Geräten und Schaltungen.

Wie die diesjährige Funkausstellung zeigt, hat im Bau der Empfangsgeräte eine zwar nicht beabsichtigte, aber trotzdem deutlich zu erkennende weitgehende Normalisierung Platz gegriffen. Die Zahl der Typen ist verkleinert, und die Ausführungen vieler Firmen stimmen oft bis auf Kleinigkeiten weitgehend miteinander überein. Es ist auf diese Weise recht schwer geworden, innerhalb der nun einmal gegebenen Gruppen von Empfangsapparaten Geräte zu konstruieren, die sich durch besondere Höchstleistungen von andern Exemplaren gleichen Typs auffällig unterscheiden. Diese Erkenntnis der deutschen Bastler, daß mit einem selbstgebauten Gerät kaum noch erhebliche Mehrleistungen gegenüber gleichartigen Geräten der Industrie zu erzielen sind, hat wohl dazu geführt, daß die Beteiligung in den bekannten Gerätegruppen geringer geworden ist. Um dieses Interesse zu heben, scheint es daher erforderlich, für künftige Wettbewerbe sich nach neuen, noch weniger bearbeiteten Gebieten umzusehen. Die Kleinarbeit, die darauf abzielt, das Bestehende, wenn auch nur in kleinen Schritten, langsam weiterzuentwickeln, ist verdienstvoll und notwendig, aber man wird sich der Tatsache nicht verschließen können, daß diese Kleinarbeit der Mehrzahl der Bastler nicht so reizvoll erscheint wie das Bearbeiten von Neuland, wo gewissermaßen jeder Schritt neue Aussichten eröffnet. Glücklicherweise bietet heute noch oder besser gesagt, heute wieder, der Rundfunk reichliche Gelegenheit zur Erschließung solchen Neulandes. Es wird daher die Aufgabe derjenigen Stellen sein, die über ein neues Preisausschreiben zu beschließen haben, den Bastlern aktuelle Aufgaben zu stellen, die einen Anreiz zu einer recht zahlreichen Betätigung geben.

Als weitestes Gebiet eröffnet sich das des Fernsehens. Man braucht sich keineswegs uferlosen Hoffnungen hinzugeben, daß etwa die Bastler hier gänzlich neue Wege und eine endgültige Lösung dieses Problems finden würden, aber es besteht die Aussicht, daß auch auf diesem Gebiet der Bastler in ähnlicher Weise, wie es beim Bau von Empfangsgeräten der Fall war, hinsichtlich der Konstruktion einfacher Fernsehgeräte befruchtend auf die Industrie einwirken wird und vor allen Dingen an der Popularisierung dieses neuen Gebietes mitarbeiten wird.

Ebenso bietet das Gebiet der kurzen Wellen, z. B. das Problem des Empfängers mit einem Empfangsbereich zwischen 10 und 2000 m, noch große Forschungsmöglichkeit.

In welchem Maße aktuelle Aufgaben eine ersprießliche Mitarbeit der Bastler anregen können, hat sich beim letzten Wettbewerb gezeigt. Als neue Aufgabe war bekanntlich der Selbstbau einer Registrier- oder Schreibvorrichtung gestellt, die zur graphischen Aufzeichnung von Empfangsstärken dienen sollte. Es sind, wie die Ausstellung der Bastelgeräte in der Funkausstellung zeigt, hier zwei sehr hübsche und der Konstruktionsphantasie Ehre machende Lösungen gefunden. Weniger Aufmerksamkeit hatte dagegen die ebenfalls neuartige Aufgabe, eine Störbefreiungseinrichtung herzustellen, gefunden. Hier war nur ein brauchbarer Lösungsversuch eingegangen. In der Gruppe der Kurzwellenempfangsgeräte sind zwei Empfänger ausgestellt. Während in der Gruppe B, Netzortsempfänger, drei Geräte zu finden waren, von denen besonders das eine sich durch einen sauberen und geschmackvollen Aufbau sowie eine geschickte Umschaltmöglichkeit für Gleich- und Wechselstrom auszeichnet. In der Gruppe A, Vierröhren-Netzanschlußempfänger, ist nur ein einziges Gerät eines Preises würdig erachtet worden.

Der Tisch, der das Gerät mit der Silbernen Heinrich-Hertz-Medaille tragen soll, ist wiederum leer geblieben. Dem Vernehmen nach ist für diesen Wettbewerb die Beteiligung besonders gering gewesen, und es dürfte sich die Notwendigkeit kaum umgehen lassen, diese so überaus wertvolle Auszeichnung an die Erfüllung anderer Bedingungen zu knüpfen. Die wichtigste und gerade für die Betätigung der Funkvereine und der Bastler mit größter Aussicht auf Erfolg zu bearbeitende Aufgabe, die die Rundfunktechnik zur Zeit darbietet, ist das Problem der Störbefreiung, und es sollte daher zumindest in Erwägung gezogen werden, ob man den hohen Preis der Silbernen Heinrich-Hertz-Medaille nicht in irgendeiner Weise für erfolgreiche Arbeiten auf diesem Gebiete in Aussicht nehmen kann.

DIE PREISTRÄGER

Vierröhren-Netzanschlußgerät.

Friedrich Sülzner, Nordhausen: 500 M. als 2. Preis.

Dreiröhren-Netzortsempfänger.

Frido Kretzschmar, Berlin, D. F. T. V.: 750 M. als 1. Preis.
Karl König, Celle, D. F. T. V.: 500 M. als 2. Preis.
Helmut Wieland, Stuttgart, D. F. T. V.: 250 M. als 3. Preis.

Dreiröhren-Kurzwellenempfangsgerät.

Fritz Maecker, Berlin, D. F. T. V.: 500 M. als 1. Preis.
Friedrich Nittura, Berlin: 75 M. als 5. Preis.

Einrichtungen zur Störbefreiung.

Rudolf Lamour, Altenkessel (Saar): 50 M. als 5. Preis.

Registrier- und Schreibvorrichtung von Feldstärken.

R. Schadow, Berlin: 500 M. als 1. Preis.
Karl Winkler, Leipzig: 300 M. als 2. Preis.

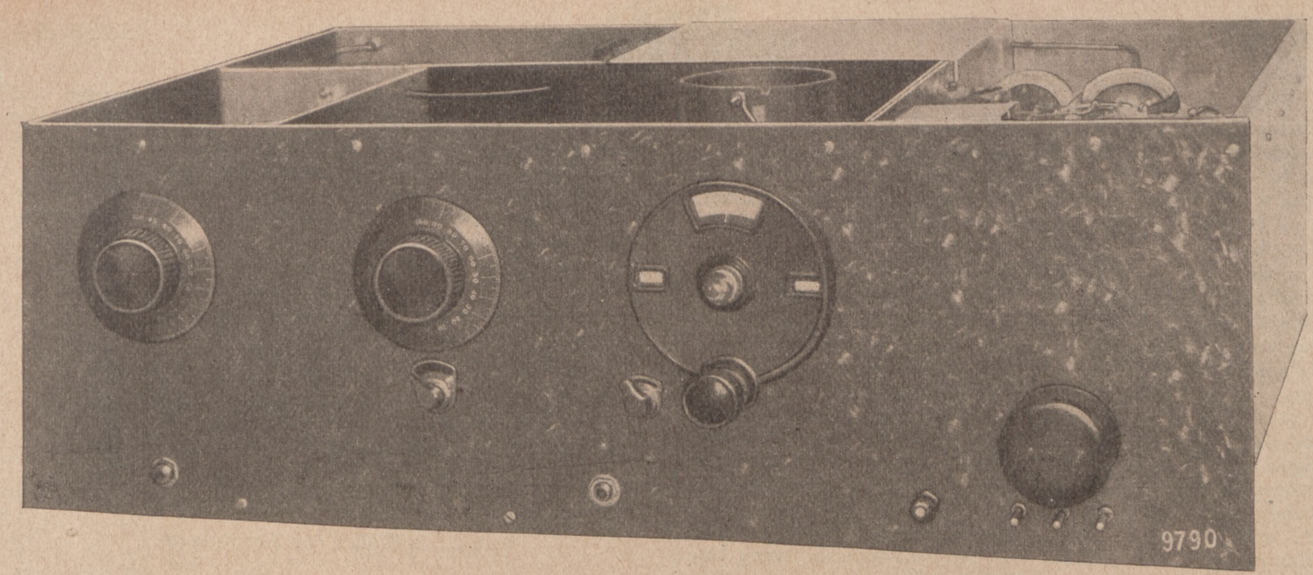


Abb. 10. Das Gerät von vorn.

Schirmgitterröhrenempfänger am Wechselstromnetz

Von

Wolfgang Dillenburger.

In der folgenden Arbeit wird der Bau eines Fünfröhrenempfängers beschrieben, der mit zwei Schirmgitterröhren arbeitet. Die Leistung wird von der Sorgfalt, die der Erbauer anwendet, und der Übung, die er besitzt, abhängen. Sie kann an einen mehrstufigen Superhet leicht heranreichen. Im Eingang wird die bewährte Tropadyneschaltung, für die Zwischenfrequenzstufe ein besonders dimensionierter Transformator verwendet, der einem Sperrkreis gleichkommt. Außerdem geschieht dies im Interesse der Störungsfreiheit gegen Netzgeräusche, die anders nur zu schwer zu erreichen ist. Es wurde hier die Röhre RENS 1204 verwendet, die sehr gute Ergebnisse lieferte. An Stelle der ersten Röhre kann auch eine Gleichstromröhre verwendet werden (Valvo H 406 d). Störende Wechselstromgeräusche treten auch dann noch nicht auf. Die Gittervorspannung darf nur 3 Volt betragen. Werden nur Wechselstromröhren benutzt, dann ist hinter dem Audion nicht das geringste Netzgeräusch wahrnehmbar. Hinter der Niederfrequenzstufe, die nur bei Lautsprecherempfang zu verwenden ist, ist im Kopfhörer ein ganz schwaches Brummen zu hören, das seinen Grund in der Verwendung einer gewöhnlichen Lautsprecherröhre hat (RE 134 oder 124). Im Lautsprecher bleibt dieses Brummen unhörbar.

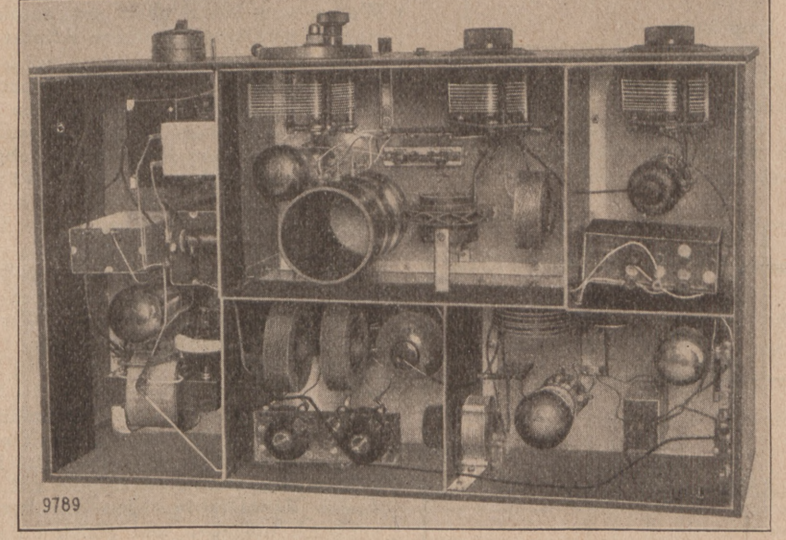
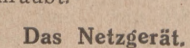


Abb. 9. Innenansicht des Gerätes.

Der Bau des Empfängers erfordert *viel Sorgfalt, wenn der Erfolg sicher sein soll.* Der ganze Apparat ist in einem Metallkasten aus 0,75—0,5 mm starkem Aluminiumblech eingeschlossen. Abb. 1 zeigt die Maße. Die Höhe ist überall 15 cm. Das Blech besorgt man sich am besten in einer Metallwarengroßhandlung. Man kauft etwa 1 qm. Gebogen wird es nach starkem Anreißen bis zur Hälfte der Blechdicke. Es läßt sich dann sauber biegen. Der Kasten wird mit kleinen Schrauben zusammengeschraubt. Beim Anreißen darf man nicht vergessen, einen etwa 1 cm breiten Falz stehen zu lassen, der der Verschraubung dient.

Die Frontplatte wird nach Abb. 2 gebohrt und so angeschraubt, daß die oberen Kanten von Platte und Kasten miteinander abschneiden. Der Kasten ruht noch auf einem starken Holzbrett. Die oberen Blechkanten können durch schmale Holzleisten versteift werden. Bevor die Platte angeschraubt wird, muß der Blechkasten mit den nötigen Ausschnitten versehen werden, damit die Drehkondensatoren das Blech nicht berühren. Für die Umschalter gilt das nicht, da alle Kontakte isoliert sind. Die beiden Klinken für Rahmenantenne und Lautsprecher werden unterhalb des Kastens an die Platte angeschraubt.



Das Netzgerät.

Den Transformator stellen wir, da meines Wissens ein geeigneter Transformator im Handel nicht vorrätig ist, durch Umwickeln eines gekauften her. Er muß natürlich für die zur Verwendung gelangende Röhre dimensioniert sein. Die Röhre muß bei etwa 165 Volt 35 mA liefern können. Ich verwende die einanodige Philips-Röhre Typ 373. Ein Ergo-Transformator Nr. 20 wurde umgewickelt. Die dickdrähtige Sekundärwicklung wird entfernt. Von der einen 130 Volt-Wicklung werden 330 Windungen heruntergewickelt. Diese wird dann mit der anderen 130 Volt-Wicklung in Serie geschaltet (gleicher Wicklungssinn). Außerdem wickeln wir noch 2 × 11 Windungen — 0,8 mm starken — und 2 × 11 Windungen — 1,5 mm starken — doppeltbaumwollumsponnenen Kupferdraht. Danach kann der Kern des Transformators wieder zusammengesetzt werden. Diese ganze Arbeit muß sehr sorgfältig geschehen. Kurzschlußwindungen dürfen nicht vorhanden sein. Die Wicklungsdaten gelten nur für die angegebene Röhre. Die Kondensatoren sind auf mindestens 500 Volt geprüft. Die Drossel besitzt 40 Henry. Die Gleichrichterröhre wird mit einem 6 Ohm-Heizwiderstand versehen, der zwischen Anfang der einen und Ende der anderen 0,8 mm-Wicklung liegt. Er wird an dem Blechkasten

mit Hilfe eines Metallwinkels befestigt. Der angegebene Transformator kann sowohl für 110 als auch für 220 Volt verwendet werden. Die drei Enden der Primärspule sind nach Angabe der Firma zu schalten. In der für 110 und 220 Volt gemeinschaftlichen Leitung liegt ein Starkstromschalter. Die Zuleitungen zum Transformator sind sorgfältig zu isolieren.

Für die, die sich den Transformator vollständig selbst herstellen wollen, seien alle Daten noch einmal genau angegeben. Man läßt sich einen der bekannten fertigen Eisenkerne von 30 × 30 mm² Querschnitt kommen. Die Spule wird aus Pappe hergestellt, so groß, daß sie das Fenster des Kerns gerade ausfüllt. Das Wickeln, besonders der Primärspule, hat sehr sorgfältig zu geschehen. Am besten wickelt man Windung an Windung. Jede folgende Lage wird von der vorigen durch dünnes Paraffinpapier isoliert. Die fertige Primärspule muß durch mehrere Lagen Papier gut gegen die Sekundärwicklung isoliert sein. Die Enden werden auch hier, mit Isolierschlauch umgeben, durch Löcher in den Spulenrandscheiben geführt. Bei 110 Volt Netzspannung besteht die Primärwicklung aus 605 Windungen 0,3 mm-Emailledraht, bei 220 Volt Netzspannung aus 1210 Windungen 0,2 mm-Emailledraht. Sekundär brauchen wir 1 × 200 Volt, 2 × 2 Volt 1 Amp. und 2 × 2 Volt 4,5 Amp. Die 200 Volt-Wicklung besteht aus 1100 Windungen 0,2 mm-Emailledraht. Dann wickeln wir wie oben angegeben 2 × 11 Windungen 0,8 mm und schließlich 2 × 11 Windungen 1,5 mm, beides doppeltbaumwollumsponnener Kupferdraht. Ein solcher Transformator kommt natürlich billiger als ein fertig gekaufter umgewickelter. Schließlich kann man sich einen Transformator anfertigen lassen oder einen getrennten Heiztransformator verwenden. Dies wird natürlich bedeutend teurer. Im übrigen sei, was die Herstellung von Kleintransformatoren betrifft, auf entsprechende Aufsätze im „Funk-Bastler" verwiesen. Dies soll nur ein kurzer Hinweis sein, wie man den Transformator herstellen kann. Betont muß noch werden, daß die angegebenen Daten nur für einen Kern von 30 × 30 mm² Querschnitt und der Form, wie sie von „Ahemo", „Körting", „Ergo" usw. herausgebracht werden, gelten.

Der Empfänger.

Die erste Stufe ist sehr einfach zu bauen. Der Kasten enthält nur einen 500 cm-Präzisionskondensator und den Röhrensockel. Ferner nimmt er die gemeinschaftliche Gitterbatterie aller Röhren auf. Die Leitungen zur Rahmenklinke führen direkt durch den Boden. Empfang mit Hochantenne ist bei diesem Gerät ausgeschlossen.

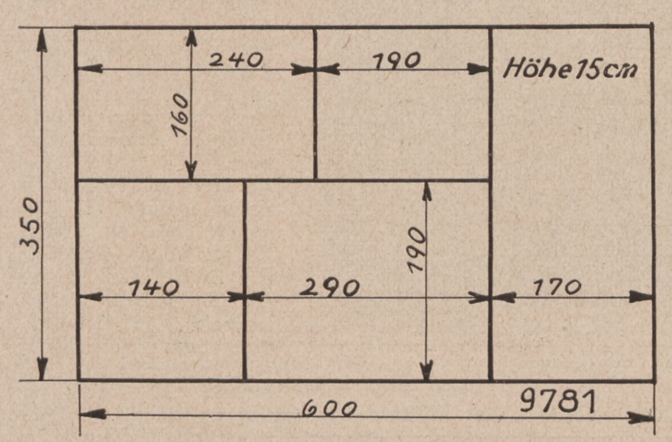


Abb. 1. Plan des Schirmkastens.

Der zweite Kasten nimmt den Sperrkreis und den Oszillator auf. Von den Drehkondensatoren gilt dasselbe wie für den ersten, jedoch muß der dritte eine Feinstellskala haben. Zum Empfang der Wellen von etwa 250—600 m verwenden wir eine Ledionspule von 50 Windungen, die auf ein Pertinaxrohr gesetzt wird, das mittels zweier Metallstreifen an der Kastenwand angeschraubt ist. Eine Wabensteckspule von 200 Windungen ermöglicht den Empfang langer Wellen. Sie kann gegen andere Spulen ausgewechselt werden, wenn z. B. für kurze Wellen ein anderer Bereich gewünscht wird. Die Spulen stehen mit ihren Achsen senkrecht zueinander und sind durch einen Schalter wahlweise einschaltbar. Die Anodenstromzuleitung zum Sperrkreis geschieht durch den Boden. Die Anodenspannung beträgt etwa 165 Volt.

Die Oszillatorspule ist sehr sorgfältig herzustellen. Die Maße sind genau einzuhalten, die Spule ist so zu montieren, daß die Langwellenspule zu oberst ist. Die Spule darf keinen geringeren Durchmesser als den angegebenen haben,

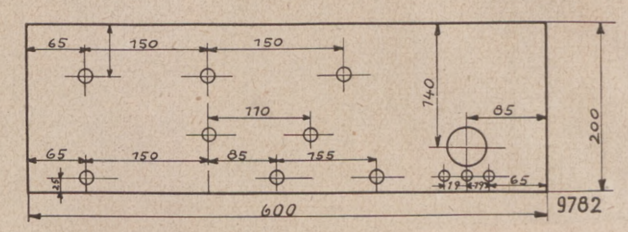


Abb. 2. Bohrplan der Frontplatte.

da sonst leicht eine Minderleistung auftritt, obwohl auch jetzt die Röhre schwingt. Auf ein Rohr von 80 mm Durchmesser und 150 mm Länge wickelt man 2 × 75 Windungen 0,2 mm-Draht, 50 Windungen für die Rückkopplung, 2 × 22 Windungen für kurze Wellen, beides 0,4 mm-Draht. Alles Emailledrähte. Die Enden führt man zu Montageschrauben. Abstände und Wicklungssinn gehen aus der Abb. 3 hervor. Der Gitterkondensator hat 200 cm, der Ableitwiderstand $0{,}1 \cdot 10^6\ \Omega$. Er ist so klein gewählt, um niederfrequente Erregung möglichst auszuschließen. Im Notfall müßte man für die Oszillatorröhre einen Heizwiderstand von 2 Ohm vorsehen. Der Oszillator arbeitet bei mir mit der Valvo A 4100 einwandfrei auf allen Wellen. Die gleiche Röhre wurde als Audion verwendet. Die Anodenspannung der beiden Röhren beträgt 90 Volt. Ein zweiter Umschalter schaltet wahlweise die Spulen für lange oder kurze Wellen ein. Wenn man parallel zur Spule für Rundfunkwellen eine zweite Spule von etwa 25 Windungen schaltet, kommt man mit den Wellen recht weit herunter. Ohne Parallelspule kann man Wellen von 200 m noch gut empfangen. Dann verwendet man zweckmäßig die obere Empfangsstellung.

Die Filterstufe ist ganz normal ausgebildet. Das Haltebrettchen wird mit etwa 3 cm Abstand vom Boden auf einer Blechbrücke befestigt. Die 500 Windungen-Wabenspulen haben 2 cm festen Abstand und werden je durch einen 500 cm-Nora-Kondensator abgestimmt.

Der Zwischenfrequenztransformator wird folgendermaßen hergestellt: Wir schneiden aus 1,1 mm starker Pappe 10 Scheiben 35 mm Durchmesser und 8 Scheiben 75 mm Durchmesser. Diese werden so zusammengeschraubt, daß immer zwei 35 mm-Scheiben zwischen 75 mm-Scheiben liegen. Die äußersten 75 mm-Scheiben liegen doppelt, alle andern einfach. Wir haben dann fünf Nuten von 2,2 mm Breite, die durch eine 1,1 mm starke Pappschicht getrennt sind. Das Ganze kann in Paraffin, das man gut ablaufen läßt, getränkt werden. Es folgen in den fünf Nuten abwechselnd Primär- und Sekundärspule. In die zweite und vierte Nute wickelt man zuerst die Primärspule mit 2 × 500 Windungen 0,2 mm-Emailledraht. Danach wickelt man im selben Sinn die Sekundärspule mit 3 × 350 Windungen. Die Enden der Drähte ragen frei heraus, werden mit Isolierschlauch umgeben und gleich an ihren Bestimmungsort geführt. Die Schraube, die die Spule zusammenhält, gestattet zugleich, den Transformator an der Metallwand des Kastens anzuschrauben. Sie muß lang genug sein, um einen Abstand von 2 cm zu sichern. Die Enden der Primär- bzw. Sekundärspule führen an Anode bzw. Gitterkondensator der zugehörigen Röhren. Die Sekundärspule wird mit einem 500 cm-Kondensator abgestimmt. Er kann ohne besondere Isolation in die Kastenwand eingesetzt werden, falls nur die Achse mit der Kastenwand in Berührung kommt. Gitterkondensator und Ableitwiderstand haben Werte von 500 cm bzw. $3 \cdot 10^6\ \Omega$.

Die Niederfrequenzstufe wird über einen Transformator angekoppelt. Der Transformator wird sekundär mit $5 \cdot 10^6\ \Omega$ überbrückt. Dadurch wird der sonst scharfe Ton weicher und sehr klar. Ist der Ton im Lautsprecher nicht schön, so sollte man immer dies Mittel und nicht

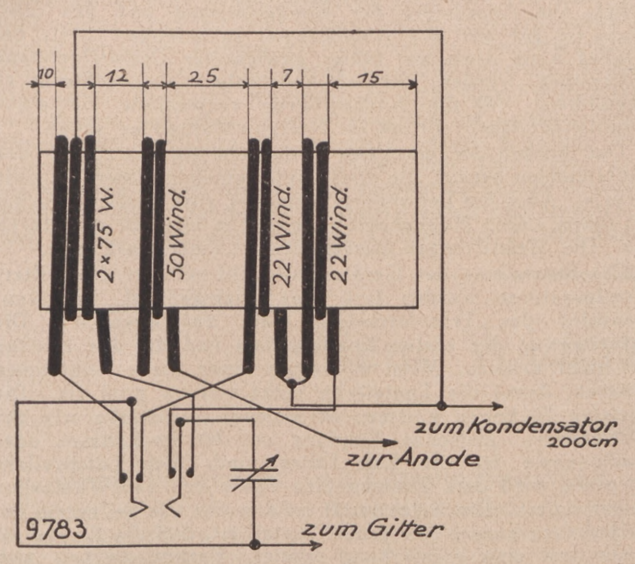


Abb. 3. Schaltung und Maße der Oszillatorspule.

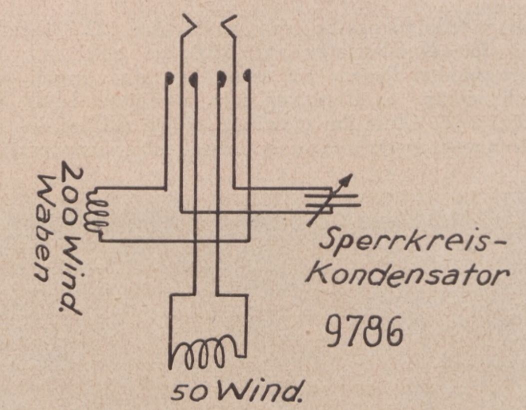


Abb. 6. Schaltung der Sperrkreisspulen.

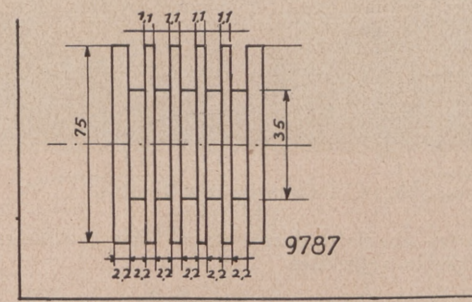


Abb. 7. Zwischenfrequenztransformator.

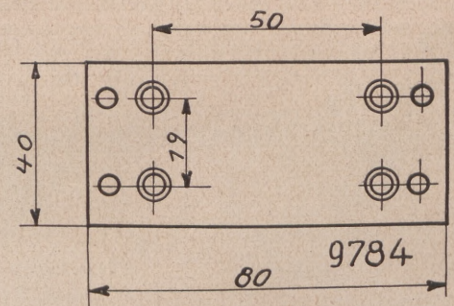


Abb. 4. Filterbrettchen.

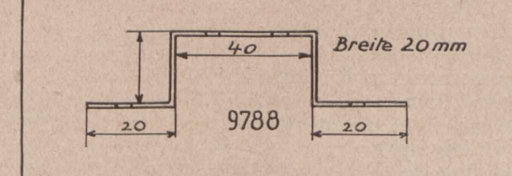


Abb. 8. Bügel aus 1 mm-Aluminiumblech zur Befestigung des Filters.

Abb. 5. Schaltschema des gesamten Apparates.

einen Parallelkondensator von womöglich 22 500 cm anwenden. Ein Kondensator von 5000 cm soll dem Lautsprecher parallel liegen. Er ändert an den hohen Tönen praktisch nichts. In dem von mir gebauten Gerät ist er innen befestigt. Ohne ihn schwingt infolge Rückwirkung des Niederfrequenzverstärkers der Zwischenfrequenzverstärker.

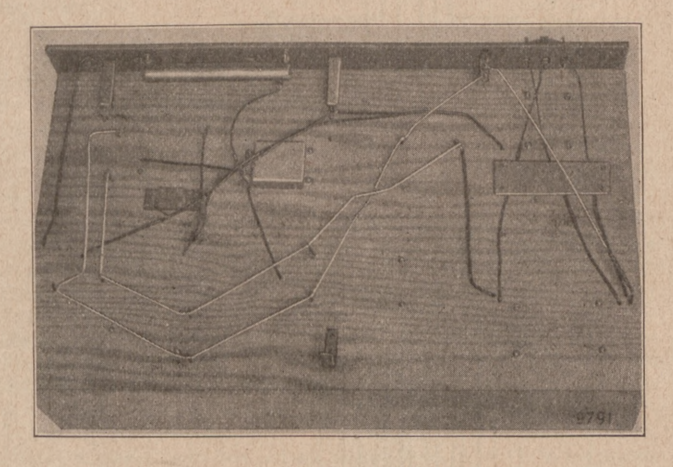


Abb. 11. Unterseite des Gerätes.

Das Audion ist ebenfalls durch einen 5000 cm-Kondensator zum Metallkasten abgeleitet.

Liste der Einzelteile.

3 Präzisionsdrehkondensatoren, 500 cm, mit einer Feineinstellskala.
4 Wechselstromröhrensockel.
2 gewöhnliche Sockel.
1 Ergotransformator Nr. 20.
2 Klinkenumschalter.
2 Klinkenschalter mit Stecker.
1 Starkstromschalter.
1 Ausschalter für Heizung, 4,5 Amp.
1 Heizwiderstand.
3 Steckerstifte.
3 Kondensatoren, 4 μF.
2 Kondensatoren, 1 μF.
2 Kondensatoren, 5000 cm.
2 Kondensatoren, 200 cm.
3 Drehkondensatoren, 500 cm.
1 Drossel, 40 Henry.
1 Niederfrequenztransformator.
1 Widerstand, $0{,}1 \cdot 10^6\ \Omega$, mit Halter.
1 Widerstand, $3 \cdot 10^6\ \Omega$, mit Halter.
1 Widerstand, $0{,}5 \cdot 10^6\ \Omega$, mit Halter.
1 Ledionspule, 50 Windungen.
1 Wabenspule, 200 Windungen, mit Halter.
2 Wabenspulen, 500 Windungen.
1 Zwischenfrequenztransformator.
1 Silitstab, 20 000 Ω, mit 4 Schellen.
1 Gitterbatterie, 15 Volt.
1 qm Aluminiumblech, 0,5 bis 0,75 mm stark.
1 Trolitplatte, 200 · 600 · 5 mm.
2 kleine Trolitbrettchen.
2 Röhren, RENS 1204.
2 Röhren, A 4100.
1 Röhre RE 134.
1 Röhre, 373 (Philips).
1 Holzplatte, 600 · 350 · 8 mm.
Draht, Isolierschlauch, Messingwinkel, Buchsen usw.

Wichtig ist die richtige Schirmgitterspannung. Sie wird folgendermaßen erreicht: Wir schalten in den Anodenkreis einen Silitstab von 20 000 Ohm, wie er für Netzanschlußgeräte verwendet wird. An ihm tritt der nötige Spannungsabfall ein. Zwei kleine Messingschellen umschließen den Stab, die beide durch einen Block zum Minuspol überbrückt sind. Der eine Kontakt ist für die beiden Audionröhren und wird so eingestellt, daß die Spannung etwa 90 Volt beträgt. Der zweite ist für die Schirmgitterspannung und wird so eingestellt, daß die Spannung etwa 60 Volt beträgt. Die Anordnung der Kondensatoren und des Silitstabs ist gut aus den Abbildungen zu ersehen. Statt des Stabes kann auch ein bifilar gewickelter Drahtwiderstand genommen werden. Er ist konstanter, aber schlecht zu regulieren. Für die Audionröhren verwendete ich einen Drahtwiderstand. Er ist im Netzanschlußteil zu sehen.

Der Aufbau der einzelnen Teile geht am besten aus den Abbildungen hervor, die alles besser ersehen lassen als viele Worte. Auch die Leitungsverlegung ist zum großen Teil gut zu sehen. Nach Möglichkeit weiche man nicht zu sehr davon ab. Die Heizleitungen müssen etwa 1,5 mm stark sein.

Die Einstellung des Gerätes ist nicht schwer. Die Filterkondensatoren werden fast ganz hineingedreht. Der Kondensator des Transformators steht auf etwa 60. Die Abstimmung des ersten Kondensators und die des zweiten ist nicht kritisch. Meist wird man einen stark verstimmen müssen, damit die Lautstärke nicht viel zu groß ist. Die meisten Stationen kommen in gleicher Lautstärke wie der Ortssender. Zwischen Empfang mit 60 cm-Rahmen oder Ledionspule ist oft kein Unterschied. Bei Langwellenempfang wird dem Rahmen eine Spule von 150 Windungen zugeschaltet. Die Selektivität ist dieselbe wie bei einem gewöhnlichen Super. Der große Vorteil ist, daß die Empfangswelle erst eine Verstärkung erfährt. Ferner machen sich hier die Oberwellen des Oszillators weit weniger bemerkbar als beim gewöhnlichen Super, und der Übelstand ist vermieden, daß man gleichzeitig einen Sender unter- und einen überlagert. Wenn man die ganze Energie ausnutzen will,

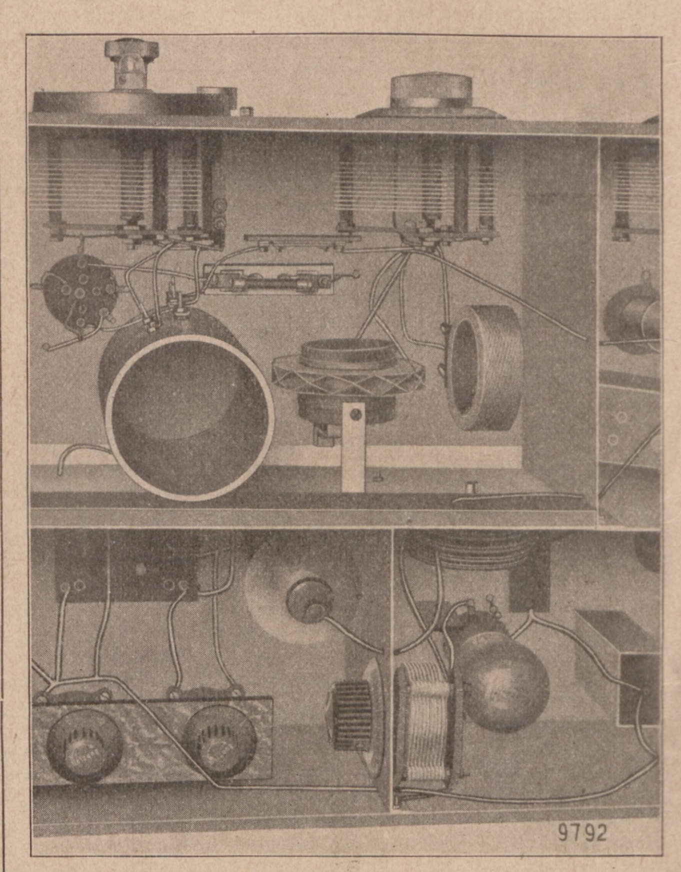


Abb. 12. Oszillator und Zwischenfrequenzteil.

wird man zweckmäßig für die Niederfrequenz einen Gegentaktverstärker größerer Leistung verwenden.

Fehler beim Bau.

Welche Fehler sich beim Bau des Gerätes einschleichen können, ist natürlich schwer zu sagen. Vor allem ist darauf zu achten, daß kein Teil mit dem Metallkasten in Berührung kommt. Die Drehkondensatoren prüfe man noch besonders. Soweit andere als die angegebenen Röhren verwendet werden, übernehme ich keine Garantie für gutes Funktionieren. Man überzeuge sich, daß die Schirmgitter-



röhren die richtige Anodenspannung von etwa 170 Volt, die Schirmgitter etwa 60 Volt haben. Die Gittervorspannung beträgt für diese Röhren 1,5 Volt, für die Niederfrequenzröhre etwa 10 Volt. Die Fugen des Schirmkastens müssen dicht sein. Eventuell empfiehlt es sich, den Filterkasten auch oben zu schließen. Kommt man mit der Lautsprecherschnur der Oszillatorspule zu nahe, dann schwingt der Zwischenfrequenzverstärker. Lautsprecher also nicht auf den Apparat stellen. Die Röhren müssen fest in den Sockeln sitzen. Geringe Übergangswiderstände setzen den Heizstrom stark herab. Von dem richtigen Glühen des Fadens kann man sich aber leicht überzeugen. Falls im Netzanschlußgerät keine Hochvakuumröhre, sondern eine solche, die eine Zündspannung hat, verwendet wird, ist die hohe Transformatorspannung von 200 Volt mit 0,1 μF zu überbrücken. Andernfalls treten Störgeräusche auf. Schwingen des Zwischenfrequenzverstärkers kann nur durch mangelhafte Abschirmung oder ungeschickte Leitungsverlegung hervorgerufen werden. Bei der hohen Verstärkung der Schirmgitterröhre genügen natürlich nur geringe Rückkopplungen, um Schwingungen entstehen zu lassen. Bei sorgfältiger Ausführung ist der Empfänger vollständig stabil.

Neue Widerstandsverstärker

Von

Manfred v. Ardenne.

I. Verstärkungsziffer und Gittervorspannung.

Bekanntlich ist die größte Spannungsverstärkung, V_{max}, die mit einer Röhre mit dem Durchgriff D erreicht werden kann, zahlenmäßig gleich der Verstärkungsziffer 1 : D. Ist E_a die Spannung der Anodenbatterie und $-e_{go}$ der Wert für die Gitterspannung, bei der gerade der Anodenstrom einzusetzen beginnt, so ist: $V_{max} = \frac{E_a}{e_{go}}$. Bei gegebener Anodenbatteriespannung ist daher durch die größte negative Gittervorspannung, bei der der Anodenstrom gerade verschwindet, die Verstärkungsziffer gegeben. Je kleiner sie wird, d. h. je kleiner bei gleichem E_a der Durchgriff gewählt werden kann, desto höhere Verstärkungsziffern können erzielt werden. Der Grund dafür, warum man auf dem angegebenem Wege in der Praxis Durchgriffe von mindestens 1 v. H. nicht unterschreitet, liegt darin, daß man bei Gitterspannungen von weniger als 1 Volt und den üblichen Anodenspannungen von 100 Volt ein zu starkes Anwachsen der Gitterströme befürchtet. Diese äußern sich in mehrfacher Weise schädlich: der kleine Gitterwiderstand belastet angeschaltete Schwingungskreise, deren Selektivität und Resonanzeffekt verringert wird; es treten gitterseitige Verzerrungen infolge der Krümmung der Gitterkennlinie ein usw. Bei minus 1 Volt Gittervorspannung und 100 Volt Anodenspannung konnte eine Verstärkungsziffer von 100 pro Stufe bisher nicht überschritten werden. Gelänge es, bei 0 Volt Gitterspannung zu arbeiten, so müßten theoretisch enorme Verstärkungsziffern zu erreichen sein.

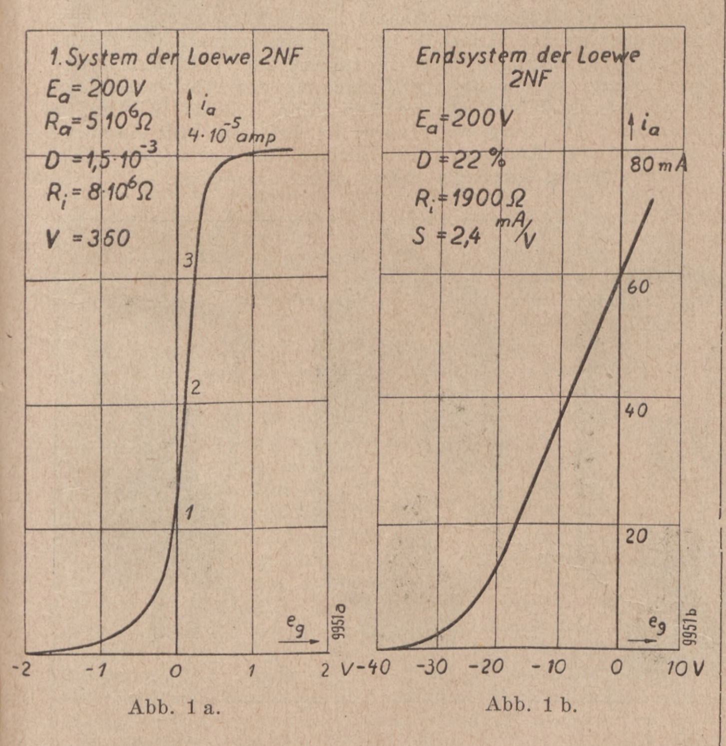


Abb. 1 a. Abb. 1 b.

In der Tat sind mit den neuesten Typen von Widerstandsverstärkern, die bei extrem kleinem Durchgriff bei null Volt Gittervorspannung arbeiten, praktisch Verstärkungen von 350 bei 200 Volt Anodenspannung und von 870 bei 1300 Volt Anodenspannung hergestellt worden. Dieser außerordentliche Fortschritt war der Erkenntnis zu verdanken, daß die Nachteile geringeren Eingangswiderstandes, besonders bei geeigneter Kopplung der Röhre mit der Spannungsquelle, der erreichten Verbesserung gegenüber nicht ins Gewicht fallen. Wie die Röhren im einzelnen ausgeführt wurden und elektrisch zu behandeln sind, wird im folgenden beschrieben.

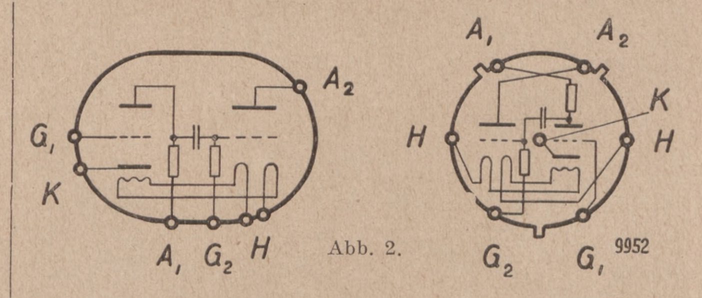


Abb. 2.

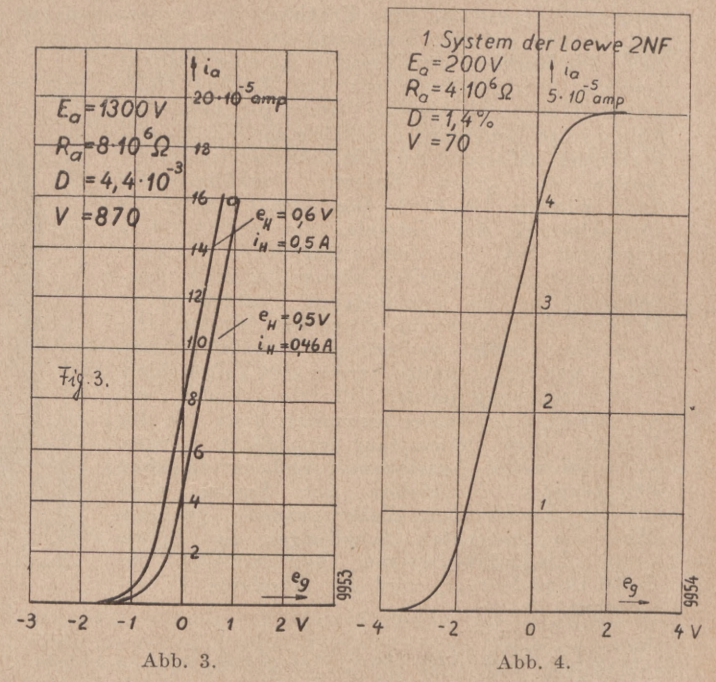


Abb. 3. Abb. 4.

II. Drei neue Versuchstypen.

Die nach diesen Gesichtspunkten hergestellten Röhren waren einesteils als Vorstufe für ein leistungsfähiges Lautsprecherendsystem, mit dem sie in Form einer Zweifachröhre kombiniert werden sollten, andererseits als Vorstufe für besonders hohe Anodenspannungen gedacht.

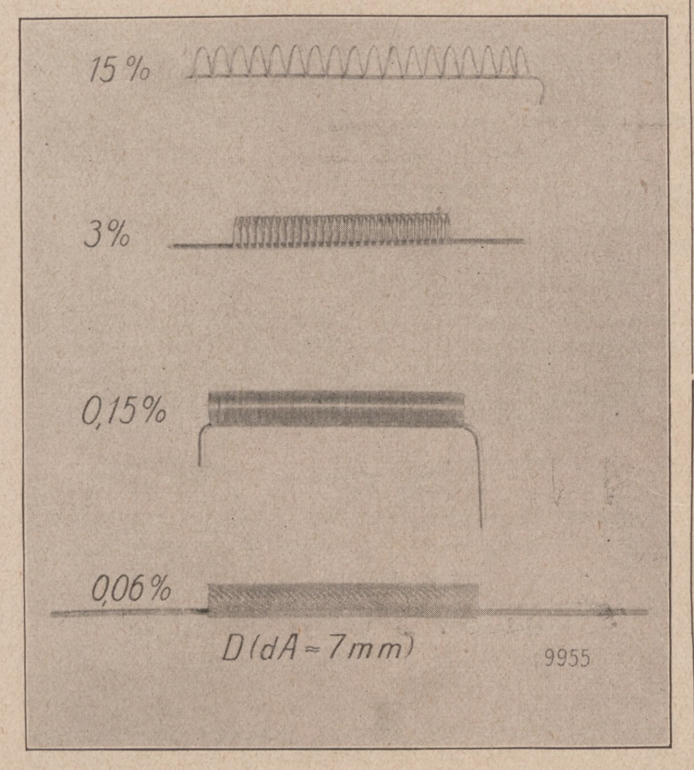


Abb. 5.

1. Die Vorstufe der Zweifachröhre.

Für den Betrieb der Zweifachröhre waren 200 Volt Anodenspannung vorgesehen. Eine Erhöhung der Anodenspannung zum Zwecke weiterer Steigerung der Verstärkung ist möglich. Die Kathode der Vorstufe ist eine indirekt geheizte Spezialkathode mit 0,18 Ampere Heizstrom. Der recht niedrige Heizstrom läßt eine gleichzeitige Benutzung der Röhre für Gleich- und Wechselstromheizung zu. Die Röhrenkonstante ist infolge der guten Kathode verhältnismäßig hoch, nämlich $1{,}9 \cdot 10^{-4}$. Die Abb. 1a zeigt die Charakteristik der Vorstufe, die nur 1,5 v. H. Durchgriff hat. Bei dem angegebenen Anodenwiderstand von $5 \cdot 10^6$ Ohm können bei voller Aussteuerung an die nachfolgende Endstufe etwa 15 Volt Scheitelspannung abgegeben werden. Dazu genügen infolge der enormen Verstärkung von 360 an der Eingangsseite bereits 0,04 Volt Niederfrequenzspannung bei der Gittervorspannung Null. Als Anodengleichrichter geschaltet, kann mit der Vorstufe auch Ortsempfang ermöglicht werden, wozu bei voller Aussteuerung und der üblichen 20prozentigen Modulation der Sender etwa 0,8 Volt Hochfrequenzscheitelspannung genügen. Über die geeigneten Schaltungen der Röhre, deren Eingangswiderstand betriebsmäßig nur 75 000 Ohm beträgt, wird im Abschnitt IV gesprochen.

2. Die Kombination mit dem Endsystem.

Abb. 2 zeigt die prinzipielle Schaltung sowie die Sockelschaltung der mit dieser Vorstufe entwickelten Zweifachröhre. Die Kennlinie der benutzten Endstufe ist in Abb. 1b mit der der Vorstufe kombiniert. Die Endstufe ist verhältnismäßig kräftig; bei zwanzig bis dreißig Milliampere Ruhestrom und 200 Volt Anodenspannung kann sie bis zu 1 Watt unverzerrte Leistung abgeben. Zu ihrer Aussteuerung genügen bei etwa 20 v. H. Durchgriff 15 Volt Scheitelspannung. Die Kathode der Röhre besteht aus zwei mit der Heizspirale der indirekten Kathode der Vorstufe in Reihe liegenden Fäden, die zur Wahrung elektrischer Symmetrie bei Wechselstrombetrieb zu beiden Seiten der Vorstufenkathode angeschlossen sind. Der Gitterableitewiderstand von 8 Megohm ist groß genug, um auch bei sehr tiefen Niederfrequenzen die Gleichmäßigkeit der Verstärkungskurve nicht zu stören.

3. Versuche mit hoher Anodenspannung.

Um die Verstärkungsziffern der einzelnen Stufe noch weiter zu steigern, wurde die Anwendung von Anodenspannungen über 1000 Volt erprobt. Theoretisch müßte sich bei gleichen Anodenwiderständen und gegebenem Durchgriff die Spannungsverstärkung mit der Wurzel aus der aufgewendeten Anodenspannung steigern lassen. Die Verwendung derart hoher Spannungen hat noch den weiteren Vorteil, daß man auch bei den verwendeten sehr kleinen Durchgriffen geringe negative Gittervorspannungen anwenden kann, ohne in Gebiete allzu geringer Steilheit der Kennlinie zu kommen. Man kann dadurch, falls notwendig, hohe Gitter-Eingangswiderstände erzwingen. Abb. 3 zeigt die Kennlinien dieses Versuchstyps, und zwar bei einer Röhre mit direkter Heizung. Trotz des hohen Anodenwiderstandes von 8 Megohm war die Röhre in Oszillatorschaltungen gut verwendbar (s. unter Abschnitt III). Der Durchgriff betrug hier nur noch 0,044 v. H., wobei tatsächliche Spannungsverstärkungen von 870 entstanden. Die Kathode der indirekt geheizten Röhren war die gleiche wie die unter 1 beschriebene.

4. Vorstufe für Rückkopplungsschaltungen.

Während die unter 1 beschriebene Vorstufe in einer Zweifachröhre mit 200 Volt Betriebsspannung für Verstärkerzwecke eine sehr leistungsfähige Lösung darstellt, haftet ihr der Mangel eines allzu hohen inneren Widerstandes an, der mit dem extrem kleinen Durchgriff im ursächlichen Zusammenhang steht. Eine Folge davon ist die Unbrauchbarkeit der Röhre für Überlagererzwecke und Rückkopplungsschaltungen. Während dieses ihrer Eignung für Ortsempfänger keinen Abbruch tut, und andererseits für Fernempfängerschaltungen eine vorzuschaltende Hochfrequenzverstärkung gleichzeitig die Anfachung des Abstimmkreises durch Rückkopplung übernehmen kann, wie es in Abb. 10 (Abschnitt IV) dargestellt wird, ist bei 200 Volt Anodenspannung eine Anfachung des Gitterkreises bei seiner hohen Gitterbelastung durch die Röhre selbst unmöglich.

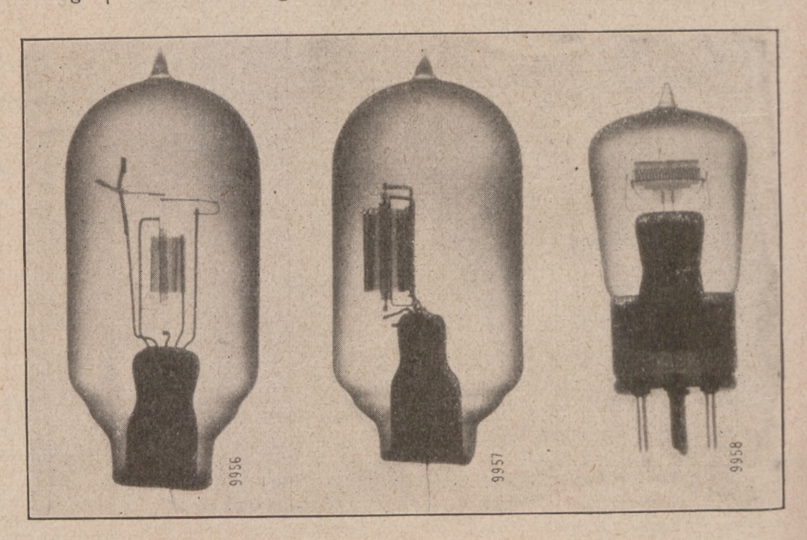


Abb. 6. Abb. 7. Abb. 8.

Eine kleine Umformung der Barkhausenschen Selbsterregungsformel diene zur Verdeutlichung. Auf einen zwischen Anode und Kathode liegenden Schwingungskreis wirkt eine Röhre mit Rückkopplung wie ein Widerstand von der Größe

$$R_i = \frac{R_i}{1 - \frac{\mathfrak{K}}{D}},$$

worin $\mathfrak{K}$ der Rückkopplungsfaktor und Ri der statische innere Röhrenwiderstand ist. Eine Erregung ist nur möglich bei solchen Belastungswiderständen $\mathfrak{R}_a$, welche größer als dieser wirksame Widerstand $\mathfrak{R}_i$ der Röhre sind. Da man den Rückkopplungsfaktor nur bis zu einer gewissen Grenze treiben kann, ist ersichtlich eine Verkleinerung von $\mathfrak{R}_i$ von großer Bedeutung. Die beschriebene Vorstufe hat einen inneren Widerstand von 8 Megohm! Um Resonanzwiderstände von 100 000 Ohm anzufachen, müßte demnach der Rückkopplungsfaktor bereits 80mal so groß sein wie der Durchgriff. Es ist nicht immer möglich, entsprechende Rückkopplungen von 20 v. H. und mehr praktisch herzustellen, wenn erhebliche Gitterstrombelastungen vorliegen.

Für Rückkopplungsschaltungen mit einer Röhre (bzw. in Form der Zweifachröhre mit nachgeschaltetem Endsystem) wurde daher ein Spezialtyp mit kleinerem inneren Widerstand entwickelt. Die Kennlinien dieses Typs zeigt Abb. 4. Der Durchgriff war naturgemäß wesentlich heraufzusetzen (1 v. H.). Durch die Möglichkeit kleiner negativer Vorspannungen werden Gitterbelastungen durch Gitterströme vermieden. Die Verstärkungen betragen bei 4 Megohm immer noch 70, bei einer Gittervorspannung von etwa 1,5 Volt. Mit dieser Röhre war es nun in der Tat möglich, trotz des Anodenwiderstandes von 4 Megohm bei 200 Volt Anodenspannung Anodengleichrichtung mit Rückkopplung zu vereinigen. Der hohe Anodenwiderstand wirkt bei dieser Schaltung besonders günstig auf den Schwingungseinsatz ein: Trotz des Arbeitens auf dem unteren Knick der Kennlinie, d. h. bei optimaler Gleichrichtung, müssen die Schwingungen, wie die Theorie zeigt, stets weich und stabil der Rückkopplung folgen. Der Verlust an Verstärkung gegenüber dem Typ 1 läßt sich durch die Rückkopplungsfähigkeit sehr gut wieder ausgleichen, so daß auch an sehr kleinen Außenantennen am Tage Fernempfang mit diesem Typ möglich wurde (s. Abschn. IV).

III. Technische Ausführung der Röhren.

Die Konstruktion von Röhren mit extrem kleinen Durchgriffen stellte zum Teil neue konstruktive Probleme. Eine hier auftretende Störung war der sogenannte Umgriff der Röhre, d. h. ein Reststrom, der unbeeinflußt von der Gitterspannung direkt zwischen Anode und Faden übergeht. Man verkleinerte ihn durch Vergrößerung der Länge des Gitters über die des Anodenzylinders hinaus. Abb. 5 und 6 zeigen Röntgenaufnahmen von Röhren mit Durchgriffen von 1 v. H. mit direkter bzw. indirekter Heizung. Die Zuleitungsdrähte zu Anode und Faden sind benachbart geführt und tragen durch ihre Kapazität zur Verringerung der Anodenrückwirkung bei. Zum Vergleich ist in Abb. 7 eine ältere Röhre von Loewe mit etwa 3 v. H. Durchgriff abgebildet. Noch deutlicher wird die Konstruktion der Gitter durch die Photographie Abb. 8. Da die Herstellung der Gitter als spiraliges Schraubengitter bei dem sehr kleinen Durchgriff Ungenauigkeiten in der Fabrikation mit sich bringt, so wurde z. T. dazu übergegangen, die Gitter aus Drahtgaze herzustellen. In Abb. 9 ist der Entwicklungsgang der neuen Loewe-Zweifachröhre 2 NF wiedergegeben. Es sei bemerkt, daß dank der mechanischen Stabilität der indirekten Kathode im ersten System trotz der hohen Spannungsverstärkung der Mikrophoneffekt sich in sehr niedrigen Grenzen hält.

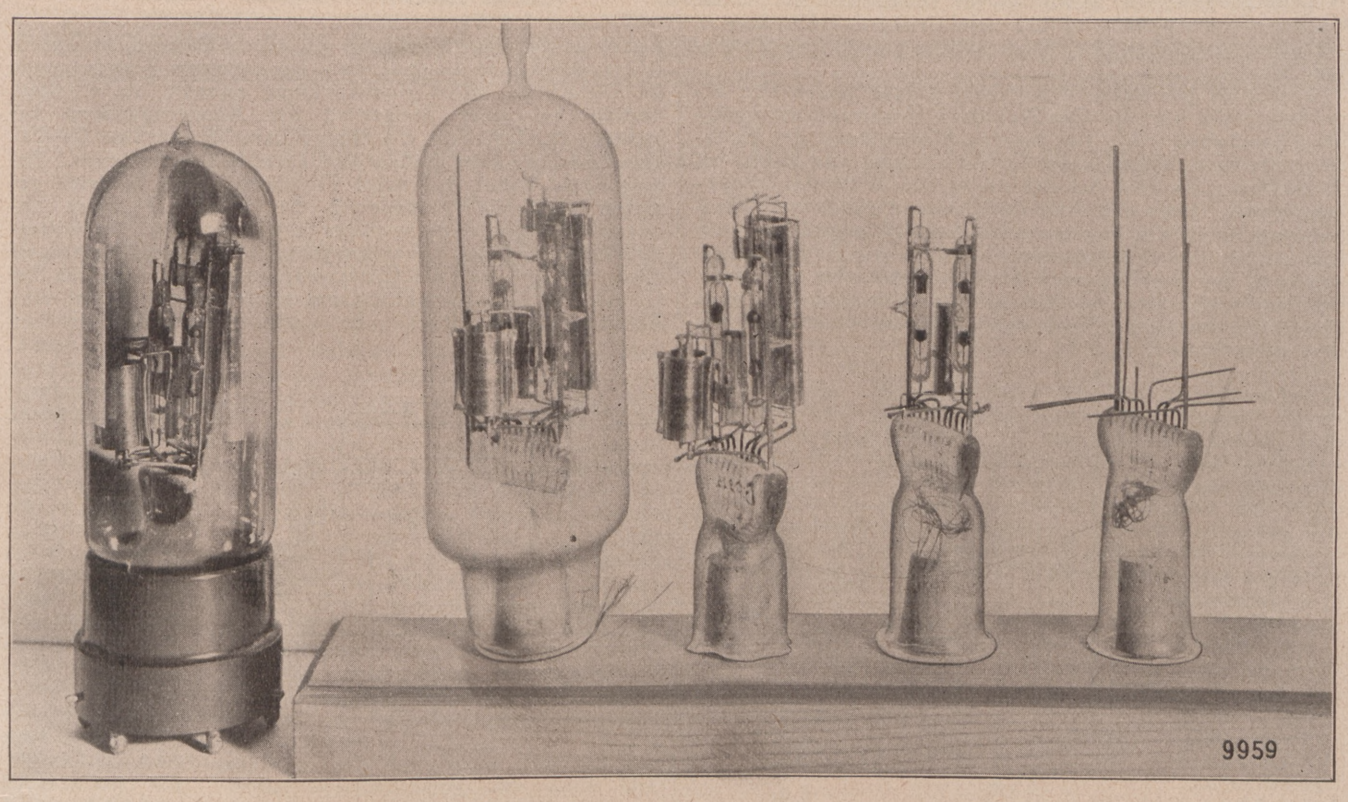


Abb. 9.

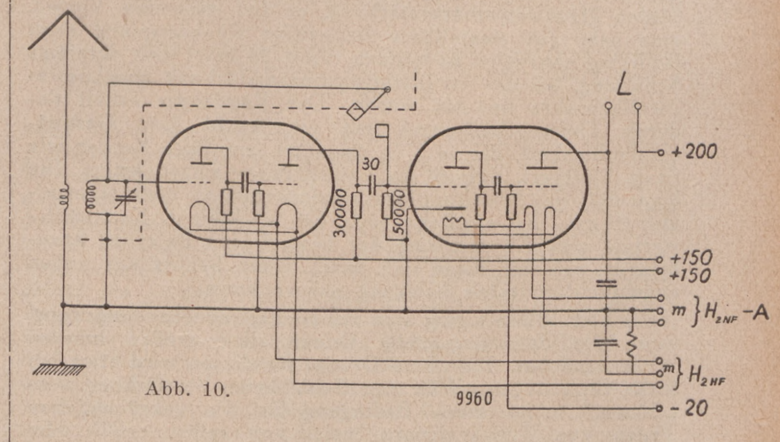


Abb. 10.

IV. Schaltungen.

1. Die Zweifachröhre in der Schaltung.

Die Versuchszweifachröhre (nach 1) eignet sich bei der Gittervorspannung Null in gleicher Weise für Verstärkung

kleiner Niederfrequenzen sowie zum Empfang modulierter Hochfrequenz. Es sei zunächst die Empfangsschaltung besprochen. Da die Spannungsempfindlichkeit nicht allzu hoch ist (die Röhre ist erst mit 0,8 Volt übersteuert), so wird die Zweifachröhre allein hauptsächlich für den Ortsempfang in Frage kommen. Obwohl die maximale Steilheit nach Abb. 1a nicht direkt bei $E_g = 0$ liegt, wird in der Tat eine optimale Verstärkung erreicht. Infolge der Anodengleichrichtung hebt sich der Anodenstromwert bei voller Aussteuerung bis auf etwa $2{,}5 \cdot 10^{-5}$ Ampere. Durch die starken Gitterströme wird die Selektivität des Empfängers verringert, was aber bei reinem Ortsempfang ohne Bedeutung ist.

Wesentlich günstigere Arbeitsbedingungen lassen sich erreichen, wenn vor die Zweifachröhre Hochfrequenzverstärkung geschaltet wird. Die inneren Widerstände der Hochfrequenzröhren liegen in der Größenordnung von 20 000 bis 30 000 Ohm. Sie sind bei Benutzung der Widerstandskopplung bereits durch den Anodenwiderstand gleicher Größenordnung, durch die innere Anode-Faden-Kapazität und die Kapazitäten des Aufbaues sowie endlich durch die Gitterableitung der nachfolgenden Stufe belastet. Im Rundfunkbereich wird diese Belastung im Durchschnitt etwa 15 000 Ohm betragen. Wird daher an eine derartige Stufe die betrachtete Vorstufe der Zweifachröhre direkt aperiodisch gekoppelt, so ist die Mehrbelastung durch die 75 000 Ohm der schon vorhandenen Belastung gegenüber verschwindend. Ein Vorzug dieser Kopplung zwischen Hoch- und Niederfrequenzteil ist das Fehlen eines besonderen Abstimmkreises, der sonst stets an dieser Stelle angewandt wird. Man wird die erforderliche Abstimmung vor der Gesamtapparatur vorzunehmen haben. Zur Erhöhung der Selektivität, die durch einen einzigen Kreis erreicht wird, kann dann in bekannter Weise die Rückkopplung des Hochfrequenzverstärkers, eine Sperrkreisanordnung für starke Störer oder auch beides zugleich, dienen. Benutzt man zwei Stufen Hochfrequenzverstärkung, so hat man den Vorteil, eine sehr gut einstellbare kapazitive Rückkopplung nach Helligtag anbringen zu können. Abb. 10 zeigt eine derartige Schaltung, bei der zur Hochfrequenzverstärkung eine Loewe-Zweifachröhre benutzt wurde. Der Empfänger erhält dadurch Einknopfbedienung und eine recht gute Gesamtempfindlichkeit, die es z. B. gestattet, am Tage Sender wie Prag, Stuttgart, Leipzig im Lautsprecher aufzunehmen. Die Kapazität des Rückkopplungskondensators C_r beträgt maximal 10 cm. Es empfiehlt sich bei so kleinen Kapazitätswerten, eine Abschirmung der beweglichen Belegung anzubringen, aus der diese sich durch einen Schlitz der außen angebrachten festen Belegung nähern kann.

Die 2 NF-Röhre eignet sich zur Niederfrequenzverstärkung, wenn die Spannungsquelle keinen allzu großen inneren Widerstand hat. Die obere Grenze für diesen wird etwa bei 30 000 Ohm liegen. Will man Schalldosen-Verstärkung vornehmen, so ist diese Bedingung für die gebräuchlichen Typen von Tonabnehmern meist von selbst erfüllt. Im Gegensatz zu Verstärkern mit hohem Eingangswiderstand kann man hier optimale Wirkungen erzielen, ohne daß ein besonderer Eingangsübertrager gebraucht wird. Mit diesem werden gleichzeitig zusätzliche Verluste und Eisenverzerrungen vermieden. Man kann einen solchen Schaltungsfall, bei dem der Eingangswiderstand der Röhre mit dem des Generators in gleiche Größenordnung fällt, geradezu als eine „Röhrenanpassung“ bezeichnen. Wird die Verstärkung der Schalldosenspannungen mit demselben Gerät vorgenommen, so muß durch eine Umschaltung dafür gesorgt werden, daß die Schalldose allein an das Gitter gelegt wird, ohne durch die Hochfrequenzröhre und den Gitterableitungswiderstand unnötig belastet zu werden.

2. Spezialschaltungen für hohe Anodenspannungen.

Während bei Verwendung hoher Anodenwiderstände von mehreren Megohm bei kleinen Anodenspannungen der innere Röhrenwiderstand zu groß wird, um dauernde Schwingungen im Gitterkreis durch Rückkopplung aufrecht zu erhalten, besteht bei einer Steigerung der Anodenspannung auf mehrere hundert Volt die Möglichkeit, hochwertige Oszillatorschaltungen für großen Wellenbereich aufzubauen. Bedingung ist dabei, daß durch Einführung einer gewissen geringen negativen Vorspannung, die bei derart hohen Anodenspannungen ohne weiteres anwendbar ist, die Gitterstrombelastung des Schwingungskreises genügend verringert wird. Steigert man die Gittervorspannung so lange, bis das Gebiet der Kennlinienkrümmung erreicht wird, so ist eine Schwingaudionschaltung, die mit Anodengleichrichtung arbeitet, herzustellen. Der hohe Anodenwiderstand ermöglicht dabei eine wirkungsvolle Spannungsverstärkung in einer nachzuschaltenden Stufe. Versuche mit derartigen Schaltungen ergaben Schwebungsempfang bis zu 10 m Wellenlänge.

Abb. 11.

Über die Herstellung der hohen Anodenspannung ist noch einiges zu sagen. Da der Stromverbrauch der Hochvoltstufe außerordentlich gering ist, macht die Vorschaltung von 1 bis 2 Megohm vor die Hochvoltklemme des Netzanschlußgerätes elektrisch nichts aus. Die Anlage wird dadurch aber berührungssicher, da bereits ein Strom von etwa 1 Milliampere die gesamte Klemmenspannung zu Null macht. Werden noch mehrere Spannungsverstärker bzw. Endstufen angeschlossen, die mit niederen Spannungen arbeiten, so wird man sämtliche Spannungen demselben Netzanschlußgerät zu entnehmen wünschen. Eine hierzu geeignete Schaltung, bei der eine hohe Spannung (500 Volt) und eine halb so große, erstere in Einweg-, letztere in Vollweg-Gleichrichtung, gleichzeitig entnommen werden können, zeigt Abb. 11. Will man die gesamte Sekundärwicklung des Transformators für beide Zwecke ausnutzen, so sind, da die Minusleitungen 250 Volt Spannungsdifferenz gegeneinander haben, zwei getrennte Heizwicklungen aufzuwickeln. Zweckmäßig ist es, zur Gleichrichtung der Hochspannung eine Ventilröhre an Stelle eines Glühkathodengleichrichters zu verwenden, da es sich ja um die Gleichrichtung von Bruchteilen eines Milliampere handelt. Röhren dieser Art sind neuerdings im Handel erschienen.

3. Rückkopplungsschaltung der Zweifachröhre.

Über die Verwendbarkeit der Zweifachröhre mit 1 v. H. Durchgriff zu Überlagererzwecken ist in Abschnitt II,4 gesprochen worden. Die entsprechende Schaltung, bei welcher ebenfalls eine Gitterspule mit Gitteranzapfung nötig wird, ist bis auf die Vermeidung der hohen Anodenspannungen und des dementsprechenden Spezialnetzanschlußgerätes der Schaltung Abb. 11 des Hochvolttyps analog.

Verantwortl. Hauptschriftleiter: Lothar Band, Berlin. — Verantwortlich für den technischen Teil: Reg.-Rat Dr. P. Gehne, Berlin-Lankwitz. — Druck: Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68. — Sendungen an die Schriftleitung nur nach Berlin SW 68, Zimmerstraße 94, Fernruf: A 4 Zentrum 3056. — Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstraße 94. Postscheckkonto: Berlin 883 78. Sonderkonto „Funk“.